

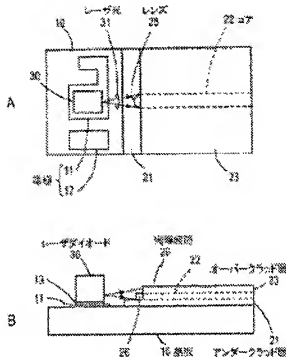
translation of the abstract  
of E1

Abstract of JP2004125899

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical waveguide in which good coupling efficiency with another optical element is easily obtained and a lens is provided.

SOLUTION: The optical waveguide consists of an under clad layer 21 formed on a substrate 10, a core 22 which is located on the layer 21 and is collectively patterned and integrally formed by photolithography using a same mask, a projected shape lens 26 which is projected from the end face of the core 22 along the parallel direction of the plate surface of the substrate 10 and an over clad layer 23 which is formed to cover the both side surfaces and the top surface of the core 22 without covering the lens 26.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-125899

(P2004-125899A)

(43) 公開日 平成16年4月22日 (2004.4.22)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 6/12

F1

G02B 6/12

A

デマコード (参考)

2H047

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願2002-286272 (P2002-286272)

(22) 出願日

平成14年9月30日 (2002.9.30)

(71) 出願人

000231073

日本航空電子工業株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目2番2号

(74) 代理人

100066153

弁理士 草野 卓

(74) 代理人

100100642

弁理士 稲垣 徳

(72) 発明者

▲高▼横 あゆ美

東京都渋谷区道玄坂1丁目2番2号 日

本航空電子工業株式会社内

Fターム (参考)

2H047 KA04 MA03 PA02 PA21 PA24

PA28 QA02 QA05 TA43

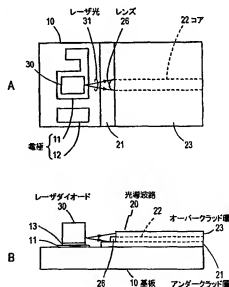
(54) 【発明の名称】 レンズ付き光導波路

## (57) 【要約】

【課題】相手方光学素子との良好な結合効率を簡易に得られるレンズ付き光導波路を提供する。

【解決手段】基板10上に形成されたアンダークラッド層21と、そのアンダークラッド層21上に位置され、同一マスクを使用したフォトリソグラフィにより一括パターニングされて一体形成されたコア22とそのコア22の端面から基板10の板面と平行方向に突出する凸形状とされたレンズ26と、そのレンズ26を覆うことなく、コア22の両側面及び上面を覆うように形成されたオーバークラッド層23とからなる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板上に形成されたアンダークラッド層と、  
そのアンダークラッド層上に位置され、同一マスクを使用したフォトリソグラフィにより一括パターニングされて一体形成されたコアと、そのコアの端面から上記基板表面と平行方向に突出する凸形状とされたレンズと、  
そのレンズを覆うことなく、上記コアの両側面及び上面を覆うように形成されたオーバークラッド層とからなることを特徴とするレンズ付き光導波路。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は光通信等の分野において、例えば発光素子からの光を光導波路に結合させる場合に、良好な結合効率を簡易に得られるようにした光導波路の構造に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

図3は従来における光導波路と発光素子との光結合構造の一例を示したものであり、基板10上の一方の側には光導波路20が形成され、他方の側には発光素子としてレーザダイオード(LD)30が搭載されている。

光導波路20は基板10上に形成されたアンダークラッド層21と、そのアンダークラッド層21上に所定の幅及び高さで形成されたコア22と、そのコア22の両側面及び上面を覆うように形成されたオーバークラッド層23とよりなる。

**【0003】**

レーザダイオード30は基板10上に形成された電極11上に例えば位置合わせマークを使用して高精度に実装されており、レーザダイオード30と光導波路20とはこの例では直接結合されたものとなっている。

電極11に隣接して形成されている電極12はレーザダイオード30の上面電極とワイヤボンディングによって接続されるものであり、ワイヤの図示はこの例では省略している。

電極11、12は例えば金(Au)よりなる。なお、図3中、13は半田層を示し、31はレーザダイオード30から出射されたレーザ光を示す。

**【0004】**

ところで、この図3に示したようなレーザダイオードと光導波路とを直接結合する構造では、レーザダイオードと光導波路との結合部においてモードフィールド径の不整合により、大きな結合損失が生じるため、例えば高出力のレーザ導波路一体型光モジュールを作製するのは困難となっていた。

これに対し、レーザダイオードと光導波路との間にレンズを配置し、レンズを介してレーザダイオードと光導波路とを高効率に結合する方法もあるが、この場合はレンズと光導波路及びレーザダイオードとの位置合わせ精度が厳しく、アクティブアライメントが必要となるため、その点で組立工数がかかり、コスト高の原因となっていた。

**【0005】**

一方、図4は従来提案されている光導波路と発光素子(レーザダイオード)との結合構造を示したものであり、図3と対応する部分には同一符号を付してある。

この例では基板10上に形成された光導波路20のレーザダイオード30と対向する端面に、レーザダイオード30に向かって凸をなす凸部24が形成され、これによりコア22の端面にレンズ効果を持たせるものとなっている(例えば、特許文献1参照)。

図5はこの凸部24を端面に有する光導波路20の作製工程を順に示したものであり、以下各工程について説明する。

**【0006】**

(1) 基板10上にアンダークラッド層21及びコア層を順に積層形成し、コア層をパターニングしてコア22を形成する。

(2) コア22の両側面及び上面を覆うようにオーバークラッド層23を形成する。

(3) オーバークラッド層 23 の上面にエッチングマスク 25 を形成する。エッチングマスク 25 にはそのエッジに凸部 25 a が形成されている。

(4) エッチングマスク 25 を介し、オーバークラッド層 23、コア 22 及びアンダークラッド層 21 をエッチングする。これにより、光導波路 20 の端面に凸面部 24 が形成される。

以下、エッチングマスク 25 を除去することによって図 4 に示した端面に凸面部 24 を有する光導波路 20 が完成する。

#### 【0007】

#### 【特許文献 1】

特開 2000-39531 号公報 (図 1-5)

#### 【0008】

#### 【発明が解決しようとする課題】

上記のようにコアにレンズ (レンズ構造) を一体形成すれば、ディスクリートな部品としてのレンズを配置する場合のような工数のかかるアクティブアライメントは不要となり、よって光導波路と例えばレーザダイオードとを結合させる場合に低コストで結合効率を上げることができるものの、図 4 及び 5 に示した従来例では以下に示すような問題があった。

即ち、従来例では図 5 に示したように、コア 22 を形成し、さらにオーバークラッド層 23 を形成した後、エッチングマスク 25 を用い、エッチングして光導波路 20 の端面に凸面部 24 を形成するものとなっており、オーバークラッド層 23 に埋設されている微細なコア 22 に対してエッチングマスク 25 の凸部 25 a を高精度に位置合わせしなければならないことから、その位置合わせの精度出しの困難を伴い、また結果としてエッチングマスク 25 のズレに起因して良好な性能、結合効率が得られないといった状況が生じうるものとなっていた。

#### 【0009】

この発明の目的はこの問題に鑑み、コアと一体形成されたレンズを具備するレンズ付き光導波路において、コアとレンズのズレがなく、よって例えばレーザダイオード等の光学素子との結合において良好な結合効率を簡易に (低コストで) 実現できるレンズ付き光導波路を提供することにある。

#### 【0010】

#### 【課題を解決するための手段】

この発明によれば、レンズ付き光導波路は基板上に形成されたアンダークラッド層と、そのアンダークラッド層上に位置され、同一マスクを使用したフォトリソグラフィにより一括パターンニングされて一体形成されたコアと、そのコアの端面から基板板面と平行方向に突出する凸形状とされたレンズと、そのレンズを覆うことなく、コアの両側面及び上面を覆うように形成されたオーバークラッド層とからなるものとされる。

#### 【0011】

#### 【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を図面を参照して実施例により説明する。

図 1 はこの発明によるレンズ付き光導波路の一実施例とレーザダイオードとの結合構造を示したものであり、図 3 と対応する部分には同一符号を付し、その詳細な説明を省略する。

この例ではコア 22 と、コア 22 の端面から基板 10 の板面と平行方向に突出するように形成されて凸形状をなすレンズ 26 とは同一マスクを使用したフォトリソグラフィにより一括パターンニングされて一体形成されているものとされる。

#### 【0012】

また、オーバークラッド層 23 はレンズ 26 を覆うことなく形成されており、レンズ 26 の上面はその端面と共に外部に露出されているものとされる。

図 2 は光導波路材料として感光性樹脂を使用した場合の、このレンズ 26 付きの光導波路 20 の作製工程を順に示したものであり、以下図 2 を参照して各工程を説明する。なお、

感光性樹脂としてはアクリル系やエポキシ系のUV硬化型樹脂を用いることができる。また、コア22とアンダークラッド層21、オーバークラッド層23とは例えば比屈折率差 $\Delta n=0.3\% \sim 2\%$ 程度とされる。

#### 【0013】

(1) 基板10上にアンダークラッド層21をスピンコートで成膜し、露光により硬化させる。基板10には例えばシリコン基板を用いる。

(2) アンダークラッド層21上にコア層22'を同様にスピンコートで成膜する。

(3) コア22及びレンズ26を同一マスクで一括露光/現像してパターンニングする。コア22は例えば $3\mu m \sim 8\mu m$ 程度の幅及び高さでパターンニングされる。レンズ26はこの例では半円形にパターンニングされている。

(4) その上にオーバークラッド層23をスピンコートする。

(5) レンズ26を露出させるマスクで露光/現像してオーバークラッド層23をパターンニングする。

#### 【0014】

以上の工程により、レンズ26付きの光導波路20が完成する。

上記において、レンズ26の外部にオーバークラッド層23を被せず、露出させるのは、レンズ効果を持たせる目的で上部との比屈折率差を大きくするためである。例えば、ここにオーバークラッド層23が被っている場合の比屈折率差は $\Delta n=0.3\% \sim 2\%$ 程度であるが、外部を空気にすることで $\Delta n=30\%$ と大きくなる。

なお、上記作製工程ではアンダークラッド層21、コア層22'及びオーバークラッド層23をいずれもスピンコートで塗布・成膜しているが、例えばスピンコートに替えてディップ法を用いることもできる。

#### 【0015】

上記のような構成とされたレンズ26付きの光導波路20によれば、コア22に一体化されたレンズ26はコア22のパターンニングと同時にパターンニングされて形成されているため、コア22との位置ズレは発生しない。

従って、このレンズ26付きの光導波路20に対して、図1に示したようにレーザダイオード30を結合させた場合、光導波路20とレーザダイオード30との良好な結合効率を得られ、レーザダイオード30から出射されたレーザ光31はレンズ26でコリメートされ、効率良くコア22に入射する。

レンズ22はレーザ光31の光ビームの横方向(基板10の板面と平行方向)については、光導波路20のモードフィールド径をレーザダイオード30のモードフィールド径に変換するように、その半径Rを決定することができる。即ち、半径Rが決まると焦点距離fが決定されるが、これらにつき、レーザダイオード30の横方向の開口角に対して整合する最適な値が存在する。

#### 【0016】

一方、この例では横方向のみレンズ効果を持たせていることから、縦方向については光導波路20端面の開口角どおり光導波路20からの距離に比例して光導波路20のフィールド径が広がる一方となっている。従って、縦方向については図3記載のようなレンズを含まない従来例での縦方向に関するレーザダイオード30と光導波路20間の最適距離がそのまま最適となる。この縦方向に関する最適距離と上記横方向に関する最適距離(f)とは一般に一致しないので、この両者の中間から総合的な光量について有利な距離及びレンズ半径Rを適宜選ぶ。

#### 【0017】

なお、上述した実施例では光導波路材料としてUV硬化型の感光性樹脂を使用しているが、光導波路材料はこれに限らず、例えばポリイミド等の有機材料を用いることもできる。この場合、コア22とレンズ26との一括パターンニングは、ポリイミドで構成されたコア層22'の上にプラズマ耐性のレジストをスピンコートし、そのレジストをコア22及びレンズ26形状を有するマスクを使って露光/現像し、リアクティブイオンエッチング(RIE)によりレジストをマスクとしてコア層22'をプラズマエッチングすることによ

10

20

30

40

50

り行われる。

# 【0018】

## 【発明の効果】

以上説明したように、この発明によればコアとレンズは同一フォトリソグラフィにより一括パターニングされて一体形成されているため、レーザダイオード等の光学素子との結合において、ディスクリットなレンズを用いる場合のような面倒な位置合わせは不要となり、よって低コストで良好な結合効率が得られるものとなる。

さらに、図4に示したような光導波路の端面に凸面部を形成し、レンズ効果を端面に持たせた従来の光導波路の構成と異なり、コアとレンズとの位置がズレるといったことが生じないため、その点でこの発明によればレンズをコアに対し、極めて高精度かつ簡易に配置することができる。

10

なお、マスクの設計により、任意の形状のレンズを簡単に作製できるため、用途に応じ、最適なレンズ付き光導波路を簡易に作製することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明によるレンズ付き光導波路とレーザダイオードとの結合構造を示す図、Aは平面図、Bは側面図。

【図2】図1のレンズ付き光導波路の作製工程を説明するための図。

【図3】従来の光導波路とレーザダイオードとの結合構造を示す図、Aは平面図、Bは側面図。

【図4】従来の提案されている光導波路とレーザダイオードとの結合構造を示す斜視図。

20

【図5】図4の端面に凸面部を有する光導波路の作製工程を説明するための図。

【図1】

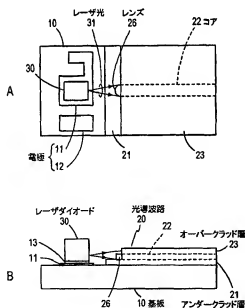


図1

【図2】

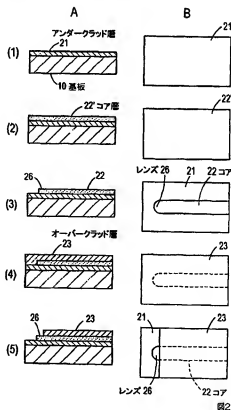


図2

【図 3】

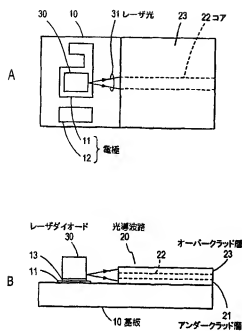


図3

【図 4】

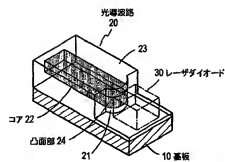


図4

【図 5】

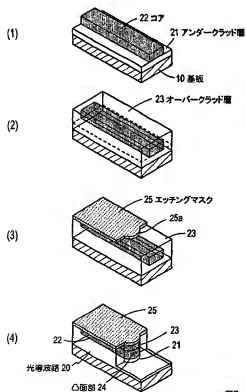


図5